

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS – FACC

VICTOR LORETE DA SILVA BRANCO

FORMAÇÃO DO CUSTO DA GARRAFA DE VIDRO E OS BENEFÍCIOS DA  
UTILIZAÇÃO DE CACO DE VIDRO NO PROCESSO PRODUTIVO

Rio de Janeiro – RJ

2020

**VICTOR LORETE DA SILVA BRANCO**

**FORMAÇÃO DO CUSTO DA GARRAFA DE VIDRO E OS BENEFÍCIOS DA  
UTILIZAÇÃO DE CACO DE VIDRO NO PROCESSO PRODUTIVO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Campus Fundão, como requisito básico para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Luis Antônio do Nascimento Neco

**RIO DE JANEIRO**

**2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**  
**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIA CONTÁBEIS**

**VICTOR LORETE DA SILVA BRANCO**

**FORMAÇÃO DO CUSTO DA GARRAFA DE VIDRO E OS BENEFÍCIOS DA  
UTILIZAÇÃO DE CACO DE VIDRO NO PROCESSO PRODUTIVO**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Luis Antônio do Nascimento Neco (Orientador)  
Prof. do Curso de Ciência Contábeis da UFRJ

---

Sérgio Luiz Argolo Bezerra (Examinador)  
Coord. do Curso de Ciência Contábeis da UFRJ

---

Frederico Otavio S. Cavalcante (Examinador)  
Prof. do Curso de Ciência Contábeis da UFRJ

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **AUTORIZAÇÃO**

Eu, VICTOR LORETE DA SILVA BRANCO, DRE 116027192, AUTORIZO a Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da UFRJ a divulgar total ou parcialmente o presente Trabalho de Conclusão de Curso através de meios eletrônicos e em consonância com a orientação geral do SiBI.

Rio de Janeiro,     /     /2020.

Victor Lorete da Silva Branco

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Antônio Carlos Branco e Solange Lorete da Silva Branco, por todo o apoio que sempre me deram ao longo da minha jornada. Mesmo em momentos difíceis, eles estiveram ao meu lado e me estenderam a mão acreditando nos meus objetivos de vida sem perder a fé.

Agradeço ao meu irmão, Alessandro Lorete da Silva Branco, por ser um exemplo para mim. Fico muito grato por saber que sempre posso contar com sua ajuda e que, mesmo longe, consegue me ensinar todos os dias como ser uma pessoa melhor.

Agradeço a minha noiva, Nathalia Ambrózio Alves Carneiro, por ter feito grandes mudanças em mim desde que entrou na minha vida. Hoje, se busco estar evoluindo meu lado pessoal e profissional, devo agradecer muito a você, que sempre foi companheira, paciente e amorosa comigo.

Agradeço também ao professor Luís Antônio do Nascimento Neco, por ter aceitado me orientar durante o trabalho de conclusão e me deu todo o suporte para que o sonho da graduação se tornasse possível.

## **RESUMO**

O estudo versa sobre a importância da utilização do caco de vidro em uma vidraria para a produção de garrafas de cervejas, mostrando seu impacto na redução de custos na utilização de matéria prima, bem como redução de energia e impactos ambientais. O objetivo desse estudo é analisar diferentes cenários da utilização de caco de vidro na produção de garrafas, bem como analisar a indústria de reciclagem de vidro e seu impacto na captação de caco pelas fábricas.

Palavras chaves: Custos; Caco; Vidro e Reciclagem.

## **ABSTRACT**

The study deals with the importance of using glass cullets in a glassware for the production of beer bottles, showing its impact on reducing costs in the use of raw materials, as well as reducing energy and environmental impacts. The objective of this study is to analyze different scenarios of the use of glass cullets in the production of bottles, as well as to analyze the glass recycling industry and its impact on the capture of shards by the factories.

**Keywords:** Costs; Cullet; Glass and Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Obsidiana.....	11
Figura 2 - Produção de Vidro Float em Banho de Estanho.....	13
Figura 3 - Fluxo Logística Reversa.....	23
Figura 4 - Fluxograma Logística Reversa Vidro. ....	23
Figura 5 – Quantidade de Municípios com Coleta Seletiva.....	25
Figura 6 – Comercialização dos Resíduos de Vidro.....	27
Figura 7 - Redução de Outras Matérias-Primas com Uso de Caco. ....	33
Figura 8 - Ciclo Infinito do Caco.....	34
Figura 9 - Fluxograma de uma Fábrica de Vidro de Embalagem.....	35
Figura 10 - Esquema de uma Usina de Composição. ....	36
Figura 11 - Molde Garrafa de Cerveja. ....	37
Figura 12 - Gota no Pré-Molde e Garrafa Moldada. ....	38
Figura 13 - Inspetora de Qualidade.....	39



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Formação da garrafa utilizando caco de vidro.....	40
Tabela 2 - Formação da garrafa não utilizando caco de vidro.....	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABHIPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.

ABIMAP – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados.

ABRE – Associação Brasileira de Embalagens.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABVIDRO – Associação Brasileira das Indústrias de Vidro.

ANCAT – Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem.

FEVE – Federação Europeia de Fabricantes de Recipientes de Vidro.

LR – Logística Reversa.

PEV – Pontos de Entrega Voluntária.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO LITERÁRIA.....</b>	<b>19</b>
4.1	Indústria de Vidro no Brasil.....	19
4.2	Atributos das Embalagens e sua Influência sobre a Escolha do Consumidor .....	20
4.3	Reciclagem no Brasil .....	22
4.4	Casos de Benefícios da Utilização Correta do Vidro.....	28
<b>5</b>	<b>ANÁLISE QUANTITATIVA.....</b>	<b>31</b>
5.1	Composição das Matérias-Primas .....	31
5.2	Cor do Vidro .....	34
5.3	Formação da Garrafa de Vidro .....	35
5.4	Análise dos Custos Variáveis das Matérias-Primas com, ou sem, Utilização do Caco de Vidro no Processo de Formação da Garrada de Vidro .....	39
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
	REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

O emprego do vidro remonta à pré-história, há cerca de 75.000 anos atrás, e era encontrado na natureza em sua forma natural, como um mineral. Esse mineral chama-se obsidiana e sua utilização era, em maior parte, como ferramenta e como arma, devido à sua capacidade cortante (AKERMAN, 2013). Além da obsidiana que juntamente com a pumita (pedra pome) e retinita são formadas a partir do resfriamento do magma dos vulcões, o vidro em sua forma natural também é encontrado na tectita, advinda de meteoritos que caíram na terna (GIBIM, 2006).

**Figura 1 – Obsidiana.**



Fonte: [https://wikividros.eesc.usp.br/introducao\\_ao\\_vidro\\_e\\_sua\\_producao/historia](https://wikividros.eesc.usp.br/introducao_ao_vidro_e_sua_producao/historia).

A produção de vidro, porém, começou apenas em torno de 4.500 A.C. Existem diversas teorias que explicam como surgiu a primeira produção de vidro, mas a mais aceita é que tenha sido, de forma acidental, a partir do uso de natrão, uma das matérias primas, por mercadores, na região onde hoje é o Iraque, como suporte para fazerem comida. Eles apoiaram o natrão na areia (outra matéria prima) do deserto. Ao aquecer, as duas matérias se fundiram e formaram um líquido viscoso que escorreu e, ao esfriar, tornou-se um material brilhante (AKERMAN, 2013).

O vidro durante muito tempo foi utilizado apenas como adorno e decoração. Foi com os Egípcios, por volta de 1.500 A.C, que o vidro começou a ser utilizado como embalagem, como vasilhas e jarros abertos, bem como recipientes para cosméticos (GIBIM, 2006).

A técnica utilizada para a produção dessas embalagens era o uso de uma haste de metal com argila na ponta, que seria a parte interna da embalagem. Após, essa

argila era mergulhada em uma bacia de cerâmica com vidro fundido que, ao ser retirada do vidro fundido, este esfria em torno da argila que, em seguida, era removida restando apenas a forma da embalagem.

Uma importante técnica para a produção de vidro foi descoberta há cerca de 2.000 anos na Síria: a técnica de sopro, que se trata de pegar um gota de vidro na ponta de um tubo metálico denominado “cana” e soprar uma bolha no seu interior para constituir a parte oca de um artigo de vidro. Essa técnica foi tão importante que é utilizada até hoje em produções manufatureiras e a ideia de sua aplicação é observada em máquinas modernas de fábricas vidreiras (AKERMAN, 2013).

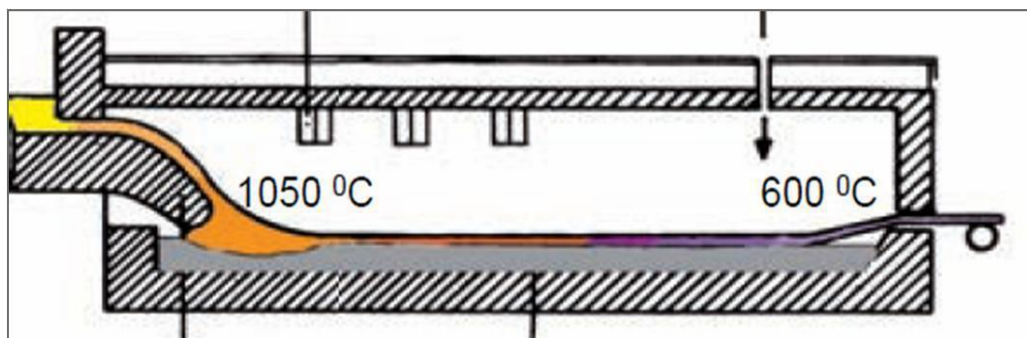
Um uso dessa técnica foi para a produção de embalagens de cervejas, e a partir dessas foi possível a criação de vidros planos denominados “crowns”, que eram vidros circulares feitos a partir dessa embalagem do vidro sobre uma ponteira e a realização subsequente de força centrífuga dava a forma de disco.

Outra forma de utilização dessa técnica era soprar o vidro em moldes que davam formas às embalagens desejadas. Esse foi o principal processo de formação de garrafas até final de século XIX. Os fornos em que se fundiam o vidro era aquecido a lenha, em que eram necessários 2 quilos de madeira para cada quilo de vidro produzido.

Um novo método de produção surgiu em 1685, na França, que era a produção de vidro por laminação, em que uma massa de vidro era estendida em uma mesa metálica e passavam um rolo por cima.

A Revolução Industrial, no século XIX, fez aumentar a demanda por vidros e outros processos foram desenvolvidos, como o de Forcault, em 1902, por meio da estiragem do vidro na vertical e o processo Libbey Owens estirado na horizontal. Em 1932, se iniciou a produção de vidro laminado pela passagem do vidro por 2 rolos. Porém, a grande mudança na produção de vidro plano foi com Alister Pilkington, em 1959, com a produção de vidro flotado sobre banho de estanho. O estanho tem a capacidade de conduzir a massa de vidro sob superfície, sem deixar o vidro afundar ou evaporar a massa, conduzindo essa massa e refriando-a até que, ao final do processo, tome forma pela passagem nos rolos. Essa é a técnica utilizada até hoje na produção de vidro plano float e extinguiu o processo de estiragem (AKERMAN, 2013).

**Figura 2 - Produção de Vidro Float em Banho de Estanho**



Fonte: [https://wikividros.eesc.usp.br/introducao\\_ao\\_vidro\\_e\\_sua\\_producao/historia](https://wikividros.eesc.usp.br/introducao_ao_vidro_e_sua_producao/historia).

No Brasil, a produção de vidro começou apenas com as invasões holandesas em Olinda e Recife (1624/35), onde foi montada a primeira oficina de vidro, fechada após a saída dos holandeses (GIBIM, 2006).

O Brasil, na condição de colônia de Portugal, era submetido às políticas econômicas da matriz que, em certos momentos, dificultou o processo de industrialização. Um exemplo foi o Alvará de 1785, que extinguiu todas as manufaturas no ainda Brasil colônia, obrigando os colonos a itens industrializados de Portugal ou colônias inglesas, inclusive objetos de vidro.

Com a invasão de Portugal pelas tropas de Napoleão Bonaparte e a consequente fuga da corte portuguesa para o Brasil, o príncipe regente, d.João 6º, percebe a necessidade de tomar medidas para que a colônia crie condições para a permanência dele. Nesse contexto, é promulgado o Alvará de 1808 abre os portos brasileiros às nações amigas e permite a implantação de indústria em solo brasileiro, tendo em 1812 o início da produção de vidro em uma fábrica instalada no Bahia.

Apesar do surgimento de outras fábricas nesse período, somente no século XX que começamos a utilizar máquinas semiautomáticas ou totalmente automáticas. Antes o processo era bem rudimentar, por meio de técnicas de sopro, por exemplo (GIBIM, 2006).

Desde então, o vidro se faz presente em praticamente tudo que nos cerca: copos, garrafas, espelhos automotivos, em casas e prédios. Além de ter várias utilidades que facilitam nosso dia a dia, estão presentes na forma de vários objetos decorativos, que embelezam ainda mais o ambiente a nossa volta.

Apesar da abundância das formas de utilização do vidro, no Brasil, temos uma dificuldade para conseguir uma matéria prima fundamental para o processo de

formação do vidro: o próprio caco de vidro, obtido a partir da reciclagem do descarte de vidro.

O vidro, devidamente utilizado, pode ser reciclado indefinidamente (ABVIDRO, 2017). Apesar do seu potencial de reciclagem, segundo a Compromisso Empresarial para Embalagem CEMPRE (2013):

“Cerca de 47% das embalagens de vidro foram recicladas em 2011 no Brasil, somando 470 mil ton/ano. Desse total, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis etc) e 10 % do refugo da indústria” (CEMPRE, p.48,2013).

Apesar de ser um número bom quando comparado a outros países, ainda acaba sendo bastante inferior quando comparamos, por exemplo, com a Suécia, Suíça e Dinamarca, que conseguem reciclar mais de 90% do vidro descartado, segundo a Federação Europeia de Fabricantes de Recipientes de Vidro (FEVE, 2020). Além disso, se levarmos em conta que cada embalagem de vidro pode ser reaproveitada até 30 vezes (ABVIDRO, 2017), conseguimos perceber que estamos muito aquém do ideal em termos de reciclagem do vidro.

O vidro na natureza, apesar de não liberar componentes químicos, por conter apenas elementos naturais, demora mais de cinco mil anos para se decompor. Essa demora acarreta a poluição de mares e aterros sanitários, quando o vidro não é devidamente descartado. Um bom programa de reciclagem pode minimizar os impactos ambientais que são gerados, por conta da poluição. Uma tonelada de vidro reciclado pode economizar 580kg de CO<sub>2</sub> economizado na cadeia de suprimentos, reduz em 20% a poluição do ar e em 50% a poluição da água, segundo relatório da (FEVE,2020). Além disso, pode beneficiar inúmeras famílias que sobrevivem da coleta e separação de vidro em muitos aterros e cooperativas. A reciclagem desse material movimenta aproximadamente R\$ 120 milhões de reais por ano no Brasil, segundo a ABIVIDRO (2019).

Em uma vidraria, 1000kg de caco de vidro se transforma em 1000kg de vidro fundido, sem perda de matéria prima no processo. Por ser a tonelada de caco de vidro mais barata que outras matérias primas responsáveis pela formação do vidro, como a areia de sílica, sua utilização deixa o produto final mais barato. Até porque se utilizássemos apenas matérias virgens seriam necessários 1200 kg (ABIVIDRO, 2018), pois parte dela é perdida no processo de fusão do forno. Além disso, por ser fundido a temperaturas menores do que a areia, por exemplo, a cada utilização de

10% de caco de vidro, nos fornos, o consumo de energia é reduzido em 2,5 a 3%. Caso fosse possível obter casco em qualidade e quantidade suficiente, para ser 100% o valor de incorporação deste num forno, então a poupança seria de 25 a 30% (CÉSAR; DE PAULA; KROM, 2004).

Embora o caco de vidro gere economias de custo na fabricação do vidro, o caco precisa estar livre de impurezas, como objetos metálicos, porcelanato, espelho e vidros automotivos, materiais que por possuírem ponto de fusão maior que os das outras matérias primas, não se fundem completamente, gerando defeitos de qualidade na formação do vidro e prejudicando a estrutura do forno. Além disso, o vidro deve ser separado por sua cor, para evitar alterações do padrão estabelecido para o produto acabado.

Logo, o caco sujo recebido nas vidrarias precisa passar por um processo de beneficiamento, que seja capaz de retirar essas impurezas e o deixe em condições para uso no forno. Para isso, são necessárias algumas máquinas, que possuem eletroímã para a retirada de objetos metálicos, o caco também é passado por esteiras em que os funcionários fazem a retirada de plásticos, pedras e vidros indesejados que ainda estejam misturados, bem como máquinas trituradoras que deixam o caco em um tamanho homogêneo. Assim, após todo esse processo, o caco pode ser levado para os silos onde serão transformados em vidro fundido no forno.

Algumas empresas conseguem fazer internamente o beneficiamento mostrado anteriormente. Porém, algumas por falta de espaço ou até mesmo sem capacidade para investir em maquinários para esse tipo de processo, optam por comprar o caco já limpo de empresas especializadas no ramo. E mesmo as que fazem esse beneficiamento internamente dos cacos sujos, que adquirem de cooperativas, por possuírem alta demanda de caco na sua produção, precisam comprar dessas empresas especializadas. Não existem muitos fornecedores no mercado que sejam capazes de oferecer esse tipo de serviço. No Brasil, boa parte da comercialização desse caco limpo é realizado pela Massfix Comércio de Sucatas LTDA, empresa localizada em São Paulo, que atende praticamente todo o mercado de vidros no Brasil.

Por essa concentração de beneficiamento em poucas empresas e, considerando os custos elevados com o frete, além da baixa disponibilidade de caco no mercado, pela baixa reciclagem de vidro no Brasil, o caco limpo que poderia ser uma ótima forma de reduzir os custos fabris, podem inviabilizar um processo altamente benéfico tanto para as vidrarias, como toda a cadeia de produção envolvida



na captação, beneficiamento e transporte desse caco, sem falar nos benefícios ao meio ambiente, claro.

Nesse contexto, configura-se a seguinte questão: Quais cenários podem ser observados considerando a variação na utilização de cacos de vidro na composição das garrafas?

## 2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Foi apresentado que o vidro tem diversas utilidades e, além disso, que o processo de reciclagem desse material no Brasil é bem precário. Para facilitar a apresentação de ideias do presente trabalho, vamos partir da utilização de caco de vidro, como matéria prima, para a fabricação de garrafas na cor âmbar que serão utilizadas como embalagem para cervejarias.

### Objetivo Geral

A partir disso, o objetivo geral desse trabalho é evidenciar os cenários que podem ser observados considerando a variação na utilização de cacos de vidro na composição das garrafas de vidro.

### Objetivos Específicos

- Identificar a indústria de vidro no Brasil.
- Analisar o cenário de reciclagem no Brasil.
- Verificar formas de melhoramentos nos processos de reciclagem no Brasil
- Analisar cenários com o aumento ou a diminuição de caco de vidro na composição da garrafa.

Justifica-se, assim, buscar esclarecer os benefícios que a utilização de caco de vidro em uma vidraria pode trazer para o custo do produto final, bem como sinalizar para que mais iniciativas de incentivo a reciclagem de vidro sejam feitas no país, não só pela questão ambiental, mas também para que haja uma oferta melhor no mercado para as vidrarias, não gerando assim gargalos na produção.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas com base em seus objetivos como: exploratórias, descritivas e explicativas (GIL, 1991).

O presente estudo caracteriza-se por uma pesquisa do tipo descritiva que tem por objetivo, conforme nos ensina Antônio Gil:

“As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, p.42,1991).

Logo, o presente trabalho vai analisar a relações entre duas variáveis: a utilização de caco de vidro e o impacto dessa utilização no custo do produto final, em uma vidraria que produz vidros para embalagem, mais especificamente garrafas de vidro para cervejarias.

Para mostrar o resultado, serão mostradas tabelas comparando duas situações distintas: a primeira, será uma vidraria que utiliza caco de vidro como matéria prima para elaboração de seu produto; a segunda que não utiliza caco de vidro. E, então, poderemos comparar quanto será o custo de um milheiro do produto em cada situação e analisar a situação mais vantajosa.

## 4 REVISÃO LITERÁRIA

### 4.1 Indústria de Vidro no Brasil

Os autores Sergio Rosa; José Cosenza; e Deise Barroso nos ensinam que:

“a indústria de vidro pode ser dividida em três tipos: a de vidro plano, que inclui os impressos, temperados, laminados, refletivos, blindado, duplo, duplo com cristal líquido e aramado. Seu uso destaca-se principalmente na construção civil, bem como na indústria automobilística. Temos ainda a de vidro especial, que inclui cinescópios, monitores de vídeo, iluminação, garrafas térmicas, blocos de vidro, blocos oftálmicos e fibras de vidro” (ROSA; COSENZA E BARROSO, p.104;105,2007).

Como podemos perceber, o uso do vidro destina-se a diversas aplicações industriais. Por fim, temos a indústria de vidro oco que divide-se em vidros para uso doméstico, que inclui copos e pratos, por exemplo, bem como vidros para embalagem, como garrafas e potes. Os autores ainda destacam que o setor vidreiro no Brasil é voltado para o consumo interno e, assim como no mercado internacional, está concentrado em poucas empresas.

Como nosso estudo aborda uma indústria vidreira que fabrica garrafas de cerveja, trataremos de uma forma mais detalhada sobre a indústria de vidro oco, mais especificamente o destinado a embalagens.

Conforme dito anteriormente, a indústria de vidro é controlada por poucas empresas. No caso de vidro para embalagens, 87% da oferta de produtos concentra-se nas empresas Owens Illinois, Saint Gobain e CIV. Esses produtos, em sua maioria, são embalagens para bebidas em geral (ROSA; COSENZA e BARROSO, 2007).

Os autores ainda, com base no anuário da ABIVIDRO (2007), nos mostram que, entre os anos de 2000 a 2006, a capacidade instalada de produção em toneladas, de vidro para embalagem, reduziu em 15%. Tal redução é explicada basicamente pela utilização de outros produtos substitutos, como o PET e a lata de alumínio, principalmente no setor de bebidas.

Embora haja essa redução, cabe destacar que alguns produtos, como a cerveja, dependem de um material que seja capaz de proteger o líquido de fatores externo e, por isso, o vidro ainda continua sendo a melhor embalagem em vez do uso do PET, por exemplo.

## 4.2 Atributos das Embalagens e sua Influência sobre a Escolha do Consumidor

Conforme dissemos anteriormente, alguns produtos em razão de sua composição, necessitam de uma embalagem específica para sua proteção. E, basicamente, essa foi a finalidade da embalagem por muito tempo, de acordo com a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2020), a qual nos mostra que, por volta dos anos 2.000 a.C, a função da embalagem era guardar alimentos. À medida que o homem desenvolvia novas atividades, como a pesca, a caça e a colheita, precisava proteger os materiais das intempéries, como calor ou frio, bem como para transporte dos materiais e, foi a partir disso, que começaram a surgir cestos artesanais, bolsas de pele, embrulhos de plantas, dentre outros.

No Brasil, afirma ainda a ABRE que, apesar de não terem muitos estudos sobre o tema, é indicado que a produção de embalagens no Brasil começou com os holandeses, por meio de Nassau, com a criação de embalagens de vidro e frascos, conforme falamos no capítulo de introdução. Somente com a Revolução industrial que conseguimos aumentar a produção de embalagens, por meio da utilização da máquina a Vapor, e fazer com que mais brasileiros tivessem acesso em suas casas a esses produtos (ABRE, 2020).

Só que hoje não é suficiente que a embalagem tenha apenas as suas funções básicas de proteção e transporte. Atualmente, se quisermos que uma embalagem se destaque no mercado e seja consumida, como a de vidro, por exemplo, as empresas precisam atuar bastante com o marketing e melhorar cada vez mais o design das embalagens. Os autores Adrianna Coutinho e Rafael Lucian mostram que é preciso:

“Estabelecer uma comunicação mais estreita com os diferentes segmentos de consumidores [...] para saciar emocionalmente a expectativa desses consumidores na direção de sua satisfação para que fiquem satisfeitos e que o ciclo cada vez mais das embalagens tenha impacto sobre os clientes” (COUTINHO; LUCIAN, p. 419, 2015).

Para alcançar esse objetivo, os autores nos ensinam que as empresas precisam apostar bastante no atributo visual das embalagens, afinal, é por meio dos olhos que recebemos o maior número de inputs, explicam.

Então, quando a embalagem se encontra na prateleira do mercado, dentre várias outras concorrentes, é muito importante que consigam se destacar das demais e, para isso, os aspectos visuais são fundamentais. Dentre os aspectos visuais presentes na embalagem, Garrán (2006) destaca os seguintes:

- enviar sinais visuais rápidos;
- explicar ao consumidor o que é o produto e como usá-lo;
- chamar a atenção por meio da visibilidade e legibilidade
- uma vez atraída a atenção, a embalagem precisa provocar interesse;
- estimular desejos por meio de imagens associativas;
- estabelecer sua identidade por meio de sua forma, impressão e desenho;
- observar sempre a tendência do olho e posicionar os elementos em posição de maior visibilidade.

Para que esses aspectos sejam atendidos, Coutinho e Lucian (2015), nos mostram que as empresas precisam estar atentas a alguns componentes das embalagens, como os:

- escritos: o designer precisa saber posicionar os elementos escritos na posição correta, para que sejam percebidos na ordem correta, bem como tenha a ênfase devida;
- tipo de letra: são fundamentais para a legibilidade da embalagem, melhorando sua visibilidade e ainda é capaz de agregar valor, como forma de comunicação;
- ilustrações: a presença de ilustrações na embalagem pode facilmente destacar a embalagem das demais;
- cores e luminosidade: tem um aspecto informativo e emocional, já que podemos separar as embalagens para cada tipo de produto usando cores diferentes, bem como as cores nos passam determinadas sensações, como o vermelho que nos dá a sensação de calor e também é usada para estimular a fome juntamente com o amarelo, principalmente em fast foods;
- tamanho: o tamanho da embalagem pode atender a aspectos estéticos, ergonômicos, funcionais e mercadológicos.
- Informações nutricionais e lista de ingredientes: além de ser um aspecto legal, os consumidores cada vez mais atentam ao que consomem e, juntamente com o grau de legibilidade, essas informações são fundamentais para conquistar o consumidor.

### 4.3 Reciclagem no Brasil

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, reciclagem pode ser definida como “um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo”.

Os benefícios da reciclagem incluem, conforme exposto no Anuário da Reciclagem 2017-2018, elaborado pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT, 2019): minimização da exploração de recursos naturais, pela redução de extração de novos recursos para o processo produtivo; redução da poluição do solo, água e ar, tanto pela redução da produção dos materiais quanto menor descarte inadequado de resíduos; mitiga as emissões de gases do efeito estufa, pela redução de extração de matérias virgens, bem como pela redução de emissão por parte dos materiais descartados; redução do custo de produção; geração de renda para toda a cadeia de reciclagem.

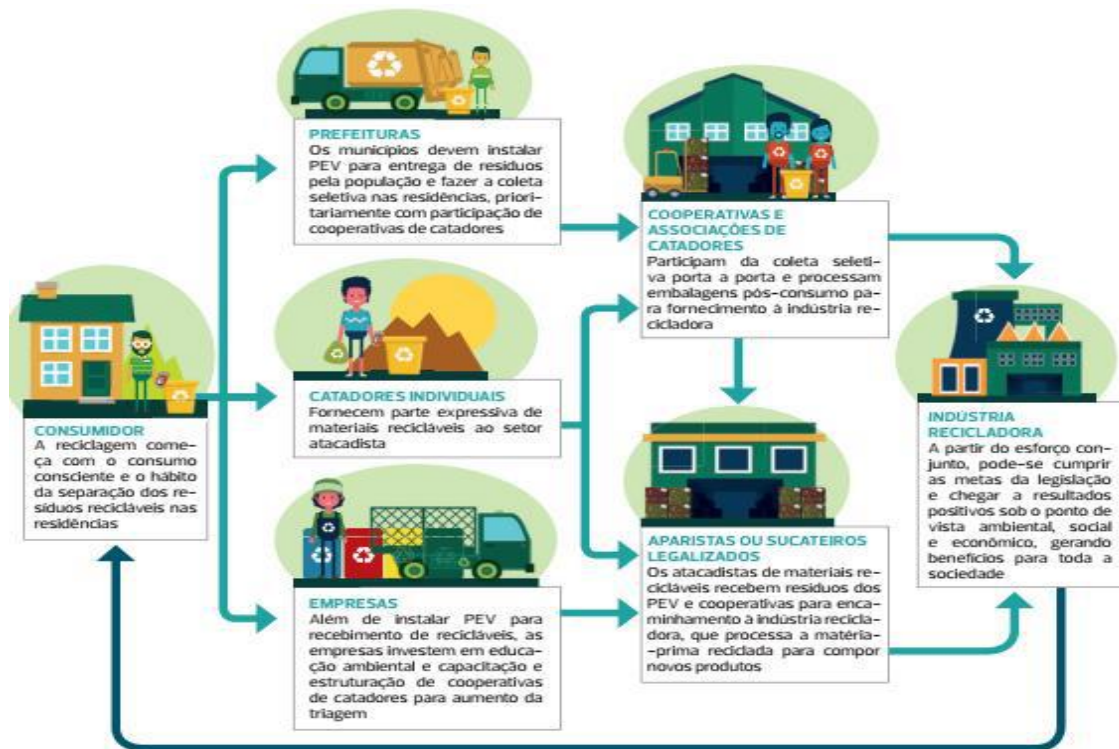
Apesar dos benefícios que a reciclagem pode trazer, esse processo só tem sucesso se houver uma política de Logística Reversa (LR) que consiga trazer o material descartado pós-consumo até às indústrias recicladoras. Aliás, a própria ANCAT (2019) define a LR como:

“Conjunto de ações para que o resíduo pós-consumo retorne para a cadeia produtiva, substituindo matéria-prima virgem. Esse fluxo inclui várias etapas, primeiro a coleta dos resíduos, posteriormente, sua triagem e destinação adequada (reutilização, reciclagem ou compostagem)” (ANCAT, p.98,2019).

O principal objetivo da logística reversa, segundo a Associação, é diminuir os resíduos depositados nos aterros sanitários ou lixões, e reduzir a extração de matérias-primas virgens.

O esquema de reciclagem, a partir da realização da LR, pode ser visualizado a seguir:

**Figura 3 - Fluxo Logística Reversa.**



Fonte: CEMPRE – Review (2019).

No caso do vidro para embalagem, especificamente, podemos identificar o seguinte fluxograma:

**Figura 4 - Fluxograma Logística Reversa Vidro.**



Fonte: CEMPRE – Review (2019)

Tendo em vista essa preocupação com a destinação dos resíduos sólidos no Brasil, foi criada a Lei 12.305/2010 que regulamentou a Política Nacional de Resíduos



Sólidos (PNRS) aprovada no mesmo ano (BRASIL, 2010). Segundo o CEMPRE, no seu documento “Review 2019”, indicou que os objetivos dessa política é acabar com os lixões no país, além de estabelecer a obrigatoriedade da logística reversa. Para tal objetivo, seriam necessários acordos setoriais entre empresas e o governo federal, inclusive estabelecendo um plano de ação, objetivos e metas. A PNRS trouxe como seus princípios a responsabilidade compartilhada, ou seja, a solução para os resíduos urbanos é responsabilidade do governo, empresas e consumidores (BRASIL, 2010).

Ainda no Review 2019, o CEMPRE destaca alguns benefícios que a PNRS trouxe em sua primeira fase, no período de 2012 a 2017:

- Houve uma criação de 2.082 Pontos de Entrega Voluntária (PEV), locais, principalmente lojas e bares, em que os consumidores podem levar materiais recicláveis para destinação adequada junto à organização de catadores;
- Houve um aumento de 26,8% na recuperação de embalagens;
- Houve investimentos na educação dos consumidores sobre novos hábitos de consumo consciente, inclusive como separar as embalagens de forma a aumentar a quantidade coletada e facilitar o processo dos materiais na cadeia de reciclagem;
- A melhor gestão resultante do processo de logística reversa e da transformação dos lixões em aterros, evitará, a partir de 2018, a emissão de 7,02 milhões de toneladas de gases de efeito estufa.

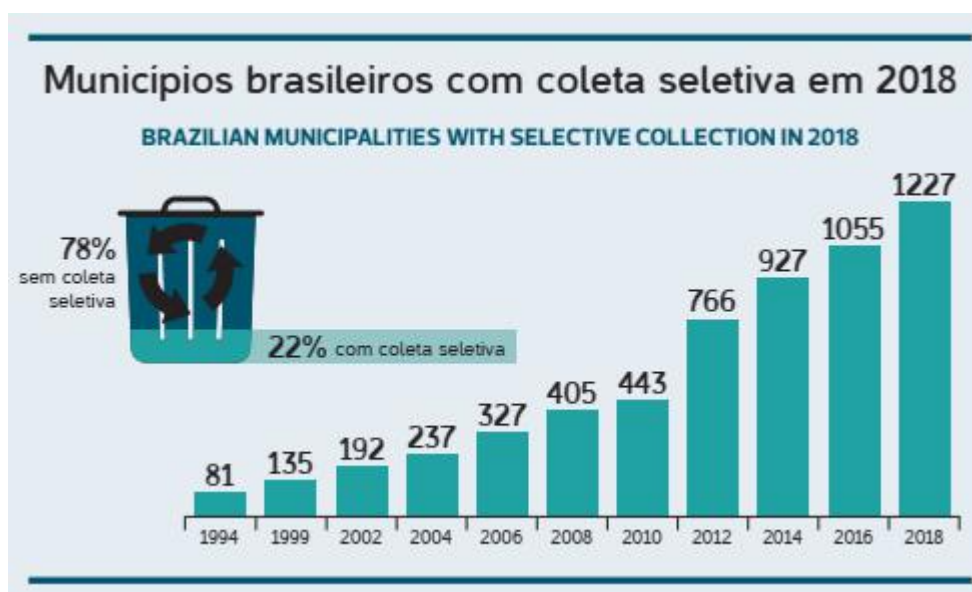
Apesar dos resultados positivos trazidos pela Brasil (2010), ainda há muito trabalho a ser feito. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), no seu Panorama dos resíduos sólidos no Brasil de 2018/2019, foram geradas, em 2018, 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que desse total, 40,5% foi despejado em locais inadequados por 3.001 municípios. Isso quer dizer que 29,5 milhões de toneladas de RSU foram parar em lixões ou aterros, que não têm o devido cuidado em tomar as medidas necessárias para proteger a saúde das pessoas e do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2020).

Segundo a ANCAT (2019), esses dados ruins da gestão de resíduos sólidos devem-se aos seguintes fatores:

- nível reduzido de conscientização da população em relação à questão ambiental. Apesar de 98% das pessoas enxergarem a reciclagem como algo importante para o futuro, 39% não separa o lixo orgânico do reciclável, 66% sabem pouco ou nada sobre coleta seletiva e 81% sabem pouco ou nada sobre cooperativas de reciclagem;
- baixo nível de infraestrutura e coleta seletiva: apesar do Brasil possuir coleta pública em 91% dos municípios, em 2018, apenas 22% dos municípios possuíam coleta seletiva, ou seja, que vão fazer a separação adequada do material e sua distribuição às indústrias recicladoras.

Embora em 2018 apenas 22% dos municípios possuíam coleta seletiva, verifica-se que esse número mais que triplicou em 10 anos, que era de apenas 7% do total dos municípios em 2008 (ANCAT,2019).

**Figura 5 - Quantidade de Municípios com Coleta Seletiva.**



Fonte: CEMPRE – Review (2019).

Essa coleta seletiva é realizada pelos seguintes agentes executores: 39% pela prefeitura, 36% por empresa particular e 50% por cooperativa. Cabe destacar que os municípios podem ter mais de um agente executor da coleta seletiva municipal.

Para a continuidade da melhora desse número, a ANCAT (2019) acredita que é fundamental a participação cada vez mais ativa dos catadores de materiais recicláveis e das cooperativas e associações. Além disso, a (ANCAT,2019) aposta também nas cooperativas e associações devido ao custo da coleta seletiva, pois a

coleta seletiva pública de resíduos sólidos é, em média, R\$ 442,24 por tonelada (4,6 vezes mais cara do que o regular, que tem custo de R\$ 95 por tonelada).

Esse é um dos objetivos da PNRS que, por meio do acordo firmado pelo Ministério do Meio Ambiente, firmou o compromisso de dar apoio estruturante às cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Tal acordo até o final de 2017, tinha gerado um investimento de R\$ 2,8 bilhões, com 802 cooperativas de catadoras beneficiadas. O foco foi fortalecer o trabalho dos catadores a partir da doação de veículos e equipamentos, bem como melhorias de gestão, objetivando aumentar a capacidade de processamento das cooperativas. Além disso, houve mobilização da comunidade para separação dos materiais, capacitação de cooperados e apoio à comercialização em rede, por parte do apoio empresarial, que permite preços de venda melhores às indústrias recicladoras (CEMPRE,2019).

Importante destacar alguns números positivos do trabalho desenvolvido pelas cooperativas de catadores trazidos pela ANCAT (2019), no seu anuário da reciclagem 2017/2018. O anuário é baseado em uma amostra de 247 cooperativas em 2017 e 260 em 2018, de um banco de dados de 1.710 entidades. Podemos, então, ter um bom indicativo da realidade dos catadores de todo o país.

Em 2017, as organizações acompanhadas pela ANCAT registraram faturamento de R\$ 39 milhões com a comercialização de 84 mil toneladas coletadas; em 2018, foram comercializados R\$ 32 milhões, com comercialização de 67 mil toneladas.

Desse total coletado, o material mais coletado nos dois anos foi o papel, totalizando aproximadamente 96 mil toneladas, uma média de 64% do total coletado. Esse número representa 3,7 vezes maior em comparação com o segundo material coletado, que foi o plástico. No caso do vidro, possui uma participação em média de 10% do volume coletado nos dois anos de análise. A ANCAT explica que essa diferença de volume coletado entre os materiais pode ser explicada por alguns fatores, como padrão de consumo nos municípios com a presença dessas cooperativas, a facilidade do material ser triado e o nível de conscientização da população acerca da reciclagem do material (ANCAT,2019).

Quando analisamos a receita auferida pela venda desses materiais coletados, papel e plástico representam cerca de 84% do total da receita com a comercialização dos materiais, com preços médios de R\$ 0,33/kg e R\$ 1,07/Kg em 2017, e R\$ 0,36/Kg e R\$ 1,00/Kg, em 2018, respectivamente. Em relação ao vidro, além do volume

coletado ter reduzido de 2017 para 2018, seu preço médio também caiu, causando uma queda nominal de 65% no faturamento desse material. O vidro tinha um preço médio de comercialização em 2017 de R\$ 0,21/Kg e passou a R\$ 0,11/Kg em 2018. Uma queda de aproximadamente 48%.

**Figura 6 – Comercialização dos Resíduos de Vidro.**

RESÍDUO	VALOR COLETADO (R\$ MIL)		VOLUME COLETADO (t)		PREÇO MÉDIO O MATERIAL COLETADO (R\$/KG)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Misturado (Caco)	710	361	6.082	3.086	0,12	0,12
Colorido (Caco)	118	145	1.370	1.863	0,09	0,08
Garrafas	145	88	441	261	0,33	0,34
Branco (Caco)	78	74	617	760	0,13	0,10
Outros vidros não especificados	1.054	73	1.505	767	0,70	0,09
Total Vidros	2.104	740	10.015	6.738	0,21	0,11

FONTE: ANCAT. ELABORAÇÃO: LCA CONSULTORES.

Fonte: (ANCAT,2019)

Cabe destacar que esses preços de venda são os de cooperativas para, geralmente, intermediadores e, não, diretamente à indústria recicladora, que paga preços maiores pelos materiais coletados.

A ANCAT (2019) explica que a diferença de preço entre os materiais é devida principalmente a diferenças na composição física e química dos materiais, que demandam diferentes processos de reciclagem, cadeias produtivas, estruturas de custos, logísticas reversas dos materiais e tipos de produto final, além de fatores como oferta e demanda do mercado.

Apesar dos benefícios gerados pela PNRS, a Abrelpe (2020) alerta que os seus objetivos ainda não foram refletidos no mundo real e que o modelo atual é insustentável a longo prazo, pois o processo está cada vez mais custoso e ainda poucos recursos são destinados ao setor, sem mencionar que a tributação aplicada ao sistema é uma das mais elevadas e não favorece práticas sustentáveis. Além disso, segundo a Associação, é esperado que, até 2030, o Brasil gere anualmente 100 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Logo, para evitar que esses resíduos não tenham como destino lugares inadequados, como os lixões, a Associação acredita que é preciso mudar alguns paradigmas vigentes, sobretudo em relação ao engajamento da população, à governança político-institucional e ao custeio dos serviços.

#### 4.4 Casos de Benefícios da Utilização Correta do Vidro

Não somente as políticas públicas são importantes para que possamos melhorar nosso processo de logística reversa, bem como os níveis de reciclagem. Para tanto, é necessário a participação e a criatividade de todos os agentes que atuam na cadeia de reciclagem, inclusive os consumidores. Portanto, esse capítulo do trabalho será dedicado a mostrar algumas iniciativas que beneficiem de algum modo indicadores mais sustentáveis.

Um programa de destaque é o realizado pela ANCAT (2019): Dê a mão para o futuro – Reciclagem, Trabalho e Renda. “Trata-se de um projeto da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos Abihpec), em parceria com a Associação Brasileira das Indústrias dos Produtos de Limpeza e Afins (Abipla) e a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimap)”. O foco principal do programa é ser uma solução de gestão de resíduos sólidos pós consumo das empresas associadas às Associações mencionadas anteriormente, por meio de geração de empregos e renda a partir do incentivo do trabalho de catadores de materiais recicláveis.

O projeto teve início em 2013 e contava com 24 cooperativas acompanhadas. Em 2018, já eram 144. Desde o período de formação do programa, foram recuperadas 391.526 toneladas de resíduos. Apenas em 2018, foram 116.610 toneladas recicladas, um aumento de 4,4% em relação a 2017. Ou seja, houve uma recuperação de 22% das embalagens pós-consumo colocadas no mercado pelas empresas participantes do programa, movimentando cerca de R\$ 62 milhões.

Outro projeto que consegue juntar benefícios tanto para os consumidores, como para o meio ambiente, a indústria e a iniciativa pública, foi a criação, em 2017, da empresa Molécool, cuja razão social é Fidelidade Ambiental Gestão de Resíduos LTDA. É uma empresa que atua no processo de Logística Reversa. A empresa colocou, em alguns pontos, contêineres (Pontos de Entrega Voluntária – PEV) que recebem materiais recicláveis. O consumidor, após se cadastrar por um aplicativo de celular, leva os materiais para a coleta. Esse material será pesado e o peso convertido em pontos que, futuramente, poderão ser convertidos em bens e serviços. Quando o container atinge sua capacidade máxima de armazenagem, o reciclado é vendido para recicladoras que devolverão o material para a cadeia produtiva. Além do consumidor ser beneficiado com a troca de seus pontos, as indústrias também se beneficiarão,

pois será permitida a rastreabilidade da cadeia produtiva, além da compensação ambiental. Além disso, o governo estará economizando na gestão de resíduos.

Não só projetos visando à reciclagem do vidro trazem benefícios para o meio ambiente, mas a forma de produzir também. Um exemplo disso foi a criação pela empresa Verallia Brasil S.A, uma das maiores fabricantes de embalagens de vidro para alimentos e bebidas no mundo, de uma linha de garrafas até 30% mais leves do que as tradicionais, a linha ECOVA. O nome surgiu da junção das siglas Eco (Ecologia) e VA (Valor Agregado). Os benefícios gerados pela introdução dessa nova linha são destacados pela empresa: 15% menos emissão de CO<sub>2</sub> durante a produção e 6% menos emissão de CO<sub>2</sub> no transporte de embalagens, já que por ser uma garrafa mais leve, é possível transportar uma maior quantidade no caminhão.

Além de projetos envolvendo reciclagem e mudanças na forma de produção, temos também iniciativas para mudar o tipo de embalagem a ser utilizada por consumidores. No Brasil, vem se buscando alternativas para reduzir o uso de plástico, mas faltam iniciativas que possam substituir esse uso e que gere benefícios para todos os agentes envolvidos. Foi pensando em formas alternativas de uso de embalagens, que a empresa TerraCycle do Brasil Administração de Marcas S.A criou a empresa Loop, uma empresa destinada a focar a venda apenas do conteúdo das embalagens e, não, a embalagem em si.

A ideia da Loop é a seguinte: o consumidor faz um depósito online por essas embalagens e uma bolsa térmica em que vêm os produtos, mas a compra só considera o valor do produto. Uma empresa de logística parceira faz a entrega dos produtos. Quando o consumidor precisar de mais produto, essa empresa parceira vai até a sua casa, recolhe as embalagens e as substitui por outras. As embalagens usadas serão levadas para um processo de esterilização para serem reutilizadas. As embalagens acabam tendo um custo maior, porém isso não é um problema para o consumidor, pois paga apenas pelo conteúdo. Para a disponibilização e criação de novas embalagens, a Loop conta com empresas parceiras que buscam desenvolver melhores embalagens para esse processo. Entre as empresas parceiras estão a Avon, Melitta, 3M, P&G e Faber-Castell. A Loop ainda não chegou ao Brasil, mas vende cerca de 300 itens em Nova Iorque e Paris.

Uma outra tendência que foi mostrada em reportagem do programa Fantástico, em 2019, é o uso de embalagens de vidro para compra de produtos nas lojas. Ao invés, por exemplo, de você ir até à loja e comprar granola ou aveia, e a loja te entregar

na embalagem dela, você leva seu pote de vidro e paga apenas pela pesagem do produto, sendo o peso do pote descontado na hora do pagamento.

## 5 ANÁLISE QUANTITATIVA

### 5.1 Composição das Matérias-Primas

Para entender como o caco de vidro pode impactar nos custos fabris, bem como os benefícios que a utilização de caco pode trazer, precisamos entender as características e finalidades das principais matérias-primas responsáveis pela formação do vidro. A partir disso, será mostrado onde o caco de vidro entra nessa composição.

Anteriormente, fizemos a divisão da indústria do vidro em função do tipo de vidro que ela produz: vidros plano, vidro especial e vidro oco. Em relação as matérias-primas que compõem o vidro, segundo Akerman (2013), as matérias primas podem ser divididas em Vitrificantes, Fundentes, Estabilizantes, Afinantes, Oxidantes e Redutoras, Colorantes, Descolorantes e Opacificantes. O tipo de classificação a ser utilizado levará em conta os componentes químicos presentes, que são os diferentes tipos de óxido, bem como suas finalidades.

As vitrificantes são as que possuem os óxidos capazes de formarem o vidro. A vitrificante mais utilizada é a areia de sílica ( $\text{SiO}_2$ ). Na composição de matérias-primas que compõem o vidro, ela representa cerca de 70% se não formos considerar a utilização de caco de vidro na composição. Ainda que optemos pela utilização do caco de vidro, dentre as matérias primas restantes ela irá ocupar maior espaço, representando mais de 50% de utilização. Embora seja encontrada na natureza de forma fácil, devido a grandes quantidades demandadas no processo, os custos com frete podem afetar o custo final do vidro. Para determinados tipos de vidro, pode-se optar também pelo óxido de boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )

A sílica, em condições normais, funde-se a mais de  $1700^\circ\text{C}$ , o que faz com que precisemos gerar muito mais energia para fundi-la. Além disso, o material resultante dessa fundição é bastante viscoso, dificultando um volume grande de produção. Nesse sentido, são utilizadas matérias primas fundentes, que serão as responsáveis por diminuir essa temperatura de fusão. A principal fundente utilizada é o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), conhecido por barrilha. É a mais utilizada por ter um custo inferior às demais, como a lixívia de soda cáustica, carbonato de potássio ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) ou o óxido de lítio ( $\text{Li}_2\text{O}$ ).

Para resolvermos o problema da viscosidade podemos utilizar o Cálcio ( $\text{CaO}$ ), fornecido pelo carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ou calcário. Ele também possibilita a



redução de temperaturas de fusão, porém, ao contrário da barrilha, ele aumenta a possibilidade do vidro deixar de ser vidro ou cristalizar. Por isso, apesar de ter um custo menor do que a barrilha, sua quantidade deve ser equilibrada para não gerarmos esse tipo de problema. Todavia, a principal característica desse óxido que podemos citar é de ser um estabilizante, pois a sílica com a barrilha sozinhas formam uma massa solúvel em água. Então o calcário será o responsável por estabilizar o processo, manter o vidro íntegro até sua formação final. Outros exemplos de estabilizantes são o Magnésio e a Alumínia. Essa última atua no sentido inverso, aumentando a viscosidade, porém aumenta resistência química. A alumínia é cara, logo opta-se pelo feldspato, que é o seu portador mais comum.

Na formação do vidro, a decomposição de algumas matérias primas, como a barrilha ou o calcário geram bolhas, e devido à alta viscosidade em que se encontra a massa em fundição, essas bolhas não conseguem evaporar e subir para a atmosfera. Aliás, essas bolhas são responsáveis por defeitos na formação do vidro, caso não tratadas, o que gera a perda de toda a massa, incorrendo em desperdícios. Para isso, são utilizadas matérias primas afinantes, que irão diminuir a viscosidade, fazendo com que as bolhas consigam se soltar da massa. Além disso, esses afinantes têm a função de dissolver os grãos da sílica, melhorando o processo de fusão e homogeneização da massa. O afinante mais utilizado é o sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), principalmente por seu custo e aproveitar o óxido proveniente da barrilha para sua atuação.

Além de sua função como afinante, o sulfato de sódio tem a função de ser uma matéria prima oxidante. A oxi-redução tem impacto na fusão, afinagem, coloração e descoloração do vidro, através da oferta ou redução de oxigênio na massa, por isso seu controle é importante. Outros exemplos de oxidante é o nitrato de sódio. Como redutora podemos citar, principalmente, o carvão.

Além das matérias-primas acima mencionadas, temos o caco de vidro. Akerman (2013) nos mostra a vantagem da utilização do caco de vidro em três aspectos:

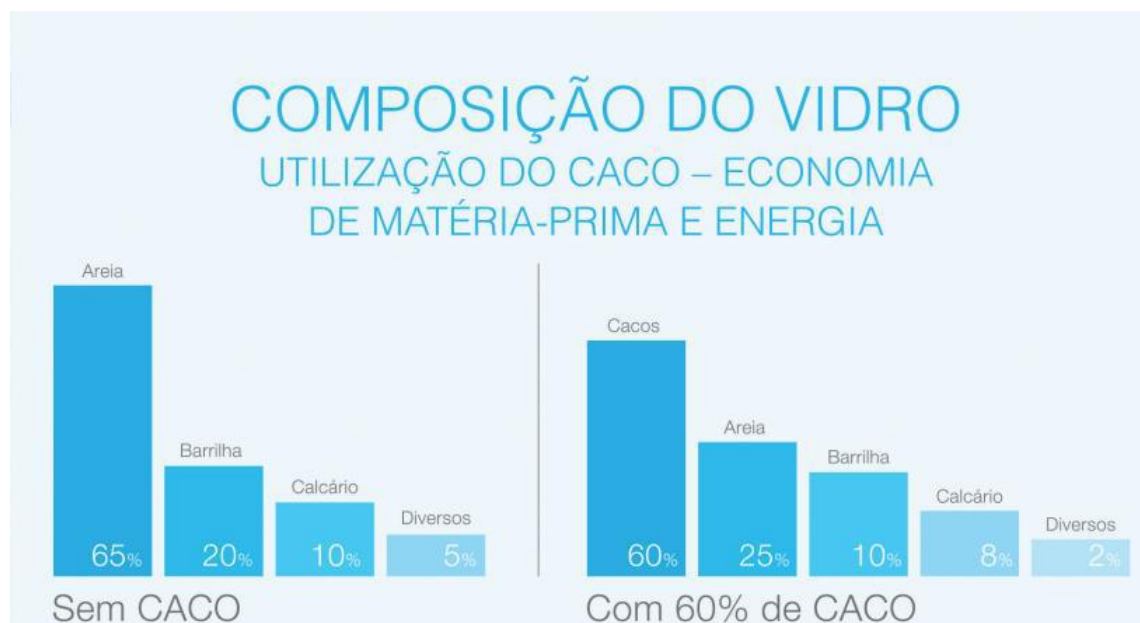
- Ecológicas ou de meio ambiente: quando se usa o caco, são necessárias menos matérias-primas novas, o que é algo positivo, pois para se extrair essas matérias-primas, mesmo tendo o cuidado necessário, há uma agressão ao meio ambiente. Além disso, como mostramos anteriormente, a utilização de caco consome menos energia no processo produtivo, pois

ele já vidro pronto e só precisa ser aquecido para atingir a viscosidade necessária. E o caco reciclado também não será descartado no ambiente, logo, menos agressão ao mesmo, além de poder ser reciclado infinitamente

- Estratégias: ter estoque de caco ajuda na falta de alguma determinada matéria prima por atraso do fornecedor, por exemplo.
- Econômicas: Por exigir menos energia para ser produzido, pode-se produzir maior quantidade de vidro em um forno onde se tem um maior percentual de utilização de caco.

A imagens abaixo extraídas do Guia de Reciclagem da ABIVIDRO (2013) resumem bem as vantagens elencadas acima:

**Figura 7 - Redução de Outras Matérias-Primas com Uso de Caco.**



Fonte: Guia de Reciclagem – (ABIVIDRO,2019).

**Figura 8 - Ciclo Infinito do Caco.**



Fonte: Guia de Reciclagem – (ABVIDRO,2019).

## 5.2 Cor do Vidro

A cor será determinada pelo tipo de óxido utilizado (AKERMAN, 2013). A cor além de ter o aspecto comercial, em determinados casos, tem outras funções como, por exemplo, evita que passe radiação ultravioleta em garrafas de cerveja, para que não deteriore o produto. Alguns espelhos também, como os de determinados prédios, são feitos para não passar radiação infravermelha que aumentaria interna, mas permite que os ambientes internos fiquem iluminados. O vidro utilizado de maneira incorreta pode ser um grande desastre. Exemplo disso foi o arranha-céu Walkie Talkie, Londres, que foi construído com vidros espelhados e côncavos, o que fez aumentar muito a temperaturas na região a sua volta chegando, inclusive, a danificar carros e lojas, que tiveram algumas partes derretidas.

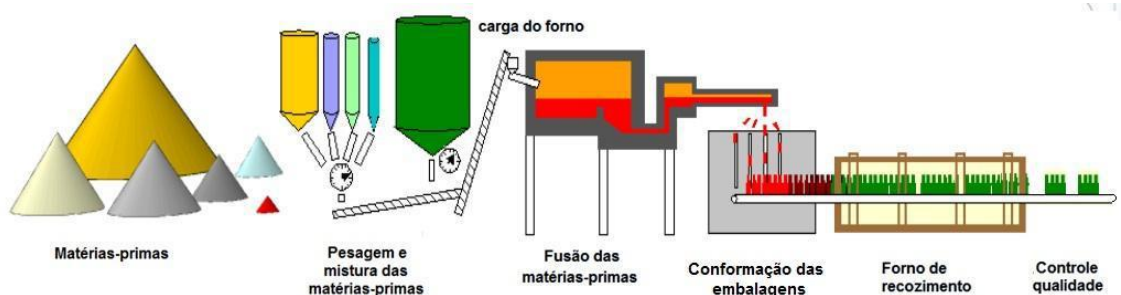
Podemos ter as seguintes cores (AKERMAN, 2013):

- Verde, que para obtê-la, utiliza-se o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ );
- Azul, utilizando o óxido de cobalto ( $\text{CoO}$ );
- Vinho, utilizando o óxido de manganês ( $\text{MnO}$ );
- Rosa, utilizando selênio metálico ( $\text{Se}$ );
- Âmbar, que é um vidro reduzido, utilizando o carvão, que tem função redutora, com os colorantes sulfeto e óxido de ferro;
- Cinza ou fumê, utilizando óxido de cobalto, ferro e selênio;
- Bronze, iguais aos do cinza, porém em diferentes proporções.

Além das colorantes, podemos ter descolorantes e opacifantes. As descolorantes são obtidas por meio da seleção de matérias primas com baixo teor de ferro. Com baixo teor de ferro, o vidro tende a ficar esverdeado. Então, combina-se alguns dos colorantes para neutralizar o verde e deixar o vidro transparente. Para deixar o vidro opaco, utilizam-se, durante o resfriamento, elementos que deixarão o vidro com uma segunda camada, com partículas distribuídas e que desviam a luz. O principal elemento utilizado é o flúor.

### 5.3 Formação da Garrafa de Vidro

**Figura 9 - Fluxograma de uma Fábrica de Vidro de Embalagem.**



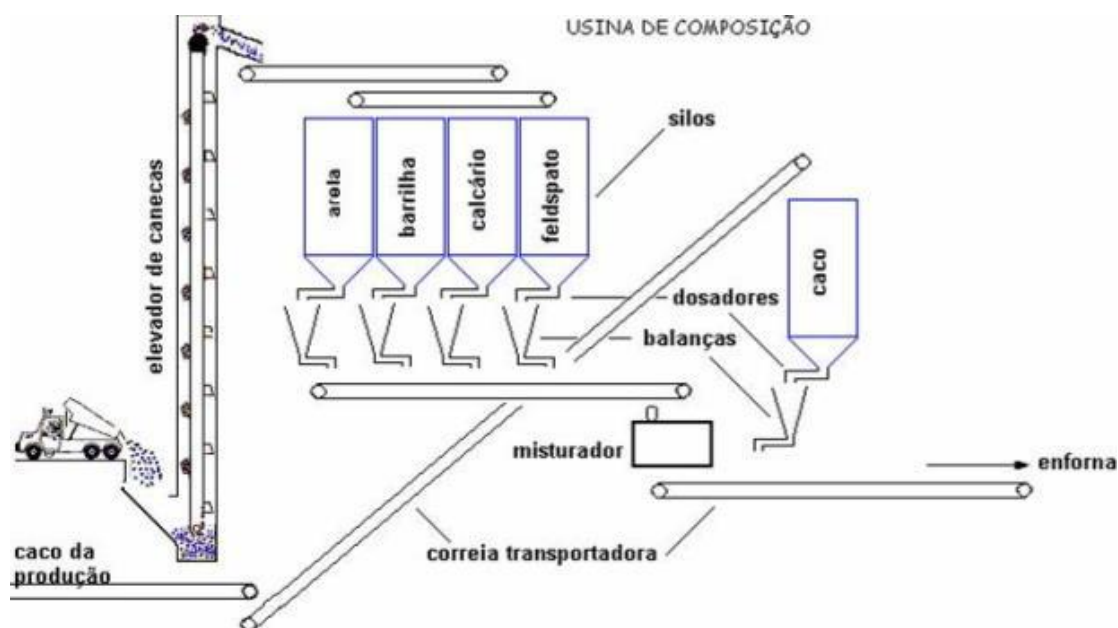
Fonte: [https://wikividros.eesc.usp.br/introducao\\_ao\\_vidro\\_e\\_sua\\_producao/processo-produtivo-industrial](https://wikividros.eesc.usp.br/introducao_ao_vidro_e_sua_producao/processo-produtivo-industrial).

A figura acima ilustra o processo de formação em uma vidraria que produz vidro para embalagem que, no nosso estudo, é a garrafa de cerveja.

Todo o processo se inicia com a chegada das matérias primas na fábrica. Essas são devidamente pesadas em uma balança e levadas ao seu local de estoque. Conforme ensina Akerman (2013), as matérias primas chegam à fábrica pronto para

uso. Elas são destinadas às usinas de composição, que possuem a função de armazenar, dosar e misturar os materiais. Cada matéria prima é alocada em um silo dessa usina. Após pesadas, serão misturadas segundo o cálculo de composição, que basicamente é a receita necessária para se produzir o vidro. Por outro lado, o caco de vidro não entra no misturador, pois ele é, após pesado e dosado, levado diretamente à saída do misturador e se junta às demais matérias-primas.

**Figura 10 - Esquema de uma Usina de Composição.**



Fonte: Introdução ao Vidro - (AKERMAN, 2013).

Depois que a composição das matérias-primas está pronta, elas são levadas ao forno para o processo de fusão. Como energia para o funcionamento do forno, geralmente usa-se gás natural, porém pode ser utilizado óleo também para a combustão, além de uma parte em eletricidade.

Toda a parte interna do forno é constituída por refratários, que são feitos sob medida para o forno e devem resistir ao calor e não contaminar o vidro. Um forno pode comportar até 20.000 toneladas de refratários a um custo aproximado 60 milhões de euros. Além disso, os fornos têm uma expectativa de utilização de 15 anos até ser necessária sua parada para reparação. O forno, em média, tem uma capacidade de armazenamento de 1400 toneladas de massa de vidro e sua extração, a depender da eficiência, de 500 a 800 toneladas por dia. Por isso, o forno tá sempre em funcionamento: entrando matéria prima e produzindo vidro fundido.

Após a fusão do vidro, esse será conformado em diversos produtos. Existem diversos tipos de conformação. Porém, no nosso caso de vidro para embalagem, o vidro será conformado em moldes que darão forma a vários produtos a depender do molde a ser utilizado.

**Figura 11 - Molde Garrafa de Cerveja**



Fonte: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/skol-bottle-mold-beer-bottle-moulds-manufacturer-1798205113.html>.

São os moldes que darão o formato desejado ao produto. Então, no nosso exemplo, se quisermos uma garrafa de 600 ml, 300 ml ou 1L, para cada tipo será utilizado um molde diferente.

O vidro chega ao molde na forma de uma “gota”. Na verdade, antes, chegará ao pré-molde onde será formada a boca da garrafa e, após, ao molde, onde será formado o corpo da garrafa. Esse processo pode ser feito por meio das técnicas de sopro-sopro ou sopro-compressão, a depender do produto desejado. Como o próprio nome já diz, na técnica de sopro-sopro utiliza-se de ar comprimido no pré-molde e molde para formar a garrafa. No sopro-compressão, tem-se a parte do ar comprimido no pré-molde e, no molde, a peça conhecida como platô comprimirá o vidro fundido para dar o formato final.

**Figura 12 - Gota no Pré-Molde e Garrafa Moldada.**



Fonte: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/256-diferentes-metodos-de-producao-de-vidros/>.

No processo de conformação, como a massa de vidro não esfria por igual, muitas tensões são geradas, que podem fazer com que a garrafa quebre. Para diminuir essas tensões, o vidro precisa ser recozido, isto é, ser levado até a temperatura de recozimento para que possa esfriar por igual. Para esse processo, existe um forno de recozimento, que irá aproveitar a energia térmica da garrafa.

Após, a garrafa passa por testes de qualidade em que inspetoras verificam espessura, fundo e se possui algum defeito crítico. Defeitos críticos são aqueles capazes de causar danos ao consumidor final. Um exemplo é conhecido como poleiro, em que uma fio de vidro liga um lado ao outro da garrafa. Se essa garrafa chegar à cervejaria, quando for enchida, esse vidro será depositado no final da garrafa e alguém pode consumir posteriormente e sofrer lesões. Um outro exemplo foi o caso da Heineken, em fevereiro de 2020, que precisou fazer o recall de parte de suas garrafas, pois lascas de vidro estavam soltando da boca da garrafa ao ser aberta. Esse é um defeito que pode ser causado na vidraria, por conta da espessura insuficiente no bocal da garrafa e, quando é enrolhada na cervejaria, a pressão acaba por danificar o vidro e liberar essas lascas.<sup>1</sup>

Cabe destacar que são inúmeros defeitos que podem ser apresentados, por isso o controle de qualidade é fundamental e é necessário que a fábrica seja capaz de investir em novas tecnologias para extinguir esses defeitos.

---

<sup>1</sup> <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/%C3%A0s-v%C3%A9speras-do-carnaval-heineken-anuncia-recall-de-cerveja-saiba-identificar-lotes-com-problema-1.772531>.



**Figura 13 - Inspetora de Qualidade**



Fonte: <https://www.emhartglass.com/equipment>.

Cabe destacar ainda que, conforme as garrafas vão sendo rejeitadas pelas inspetoras, elas são refugadas da linha para uma esteira. Essa esteira levará essa garrafa que não passou no teste de qualidade de volta para o forno, em que o caco de vidro poderá ser reaproveitado.

Após passar pelo esfriamento e pelos testes de qualidade das inspetoras, a garrafa será paletizada e embalada para armazenagem no estoque.

#### **5.4 Análise dos Custos Variáveis das Matérias-Primas com, ou sem, Utilização do Caco de Vidro no Processo de Formação da Garrada de Vidro**

Faremos, a partir de agora, a análise se, de fato, a utilização do caco de vidro numa fábrica vidreira beneficia o custo final do produto. Lembrando que, como mostrado anteriormente, cada vidraria possui uma certa especificidade na composição das matérias primas levando em conta o tipo de produto final desejado, que irá gerar um cálculo de composição diferente. Para nossa análise, para formar garrafas de vidro da cor âmbar, consideraremos a utilização das seguintes matérias primas: Areia de Sílica, Cabornato de Sódio, Cabornato de Cálcio, Feldspato, Sulfato de Sódio, Óxido de Ferro, Carvão e, vamos comparar na mistura, o uso ou não do caco de vidro.

Para a nossa análise, levaremos em conta que a capacidade de extração do nosso forno seja de 10.000 toneladas de extração de vidro fundido no mês e que, no processo de fusão das matérias primas, há uma perda de fusão de 20%. Cabe destacar que uma diferença entre o caco de vidro e as demais matérias primas é que o caco de vidro essa perda pela fusão é irrelevante. Para cada tonelada de caco de vidro utilizado na mistura, obteremos 1 tonelada de vidro fundido, conforme mencionado anteriormente. Além disso, para os preços das matérias primas, utilizaremos preços médios de mercado e vamos considerar que a produção em determinado mês tenha sido de 16.000 toneladas de garrafas (produto acabado).



**Tabela 1 - Formação da Garrafa Utilizando Caco de Vidro.**

Vol. de Produção (Ton)	Matéri-Prima	Receita	Custo (R\$)	Qtde (Kg)	R\$/Mi	Preço/kg	Qtd kg/Un.
	Extração Total Forno			10.000.000,00			
16000	Caco Limpo	50%	2100000	5.000.000,00	131,25	0,42	312,50
16000	Areia	56%	665000	3.500.000,00	41,56	0,19	218,75
16000	Carbonato de Sódio	19%	1306250	1.187.500,00	81,64	1,10	74,22
16000	Carbonato de Cálcio	17%	170000	1.062.500,00	10,63	0,16	66,41
16000	Feldspato	7%	98437,5	437.500,00	6,15	0,23	27,34
16000	Sulfato de Sódio	0%	37500	25.000,00	2,34	1,50	1,56
16000	Óxido de Ferro	0%	11000	5.000,00	0,69	2,20	0,31
16000	Carvão	0%	32500	12.500,00	2,03	2,60	0,78
16000	<b>MATÉRIA-PRIMA</b>	<b>Total</b>	<b>4420687,5</b>	<b>11.230.000,00</b>	<b>276,29</b>	<b>0,39</b>	<b>701,88</b>

Fonte: Elaboração Própria do autor.

**Tabela 2 - Formação da Garrafa não Utilizando Caco de Vidro.**

Vol. de Produção (Ton)	Matéri-Prima	Receita	Custo (R\$)	Qtde (Kg)	R\$/Mi	Preço/kg	Qtd kg/Un.
	Extração Total Forno			10.000.000,00			
16000	Caco Limpo	0%	0	-	-	0,42	-
16000	Areia	56%	1330000	7.000.000,00	83,13	0,19	437,50
16000	Barrilha	19%	2612500	2.375.000,00	163,28	1,10	148,44
16000	Calcário	17%	340000	2.125.000,00	21,25	0,16	132,81
16000	Feldspato	7%	196875	875.000,00	12,30	0,23	54,69
16000	Sulfato de Sódio	0%	75000	50.000,00	4,69	1,50	3,13
16000	Óxido de Ferro	0%	22000	10.000,00	1,38	2,20	0,63
16000	Carvão	0%	65000	25.000,00	4,06	2,60	1,56
16000	<b>MATÉRIA-PRIMA</b>	<b>Total</b>	<b>4641375</b>	<b>12.460.000,00</b>	<b>290,09</b>	<b>0,37</b>	<b>778,75</b>

Fonte: Elaboração própria do autor.

Na **Tabela 1**, verifica-se na receita para a formação da garrafa, uma utilização de 50% de caco de vidro na mistura. Em relação às outras matérias primas, a receita em si não sofre alteração. Ou seja, utilizando ou não o caco de vidro, a distribuição na receita entre as demais matérias primas não sofre alteração. Cabe destacar que essa distribuição não é estática, ficando a critério do gerente de processo fazer alterações a fim de ajustar o vidro fundido extraído, mas a essência dessa distribuição não é afetada. Verifica-se que a matéria prima mais utilizada é a areia de sílica, dentre as outras matérias primas, perfazendo um total de 56% da mistura.

Na **Tabela 2**, vamos considerar que não foi utilizado caco de vidro na mistura. Observa-se que as demais matérias primas seguem a proporção na distribuição da receita, porém agora em maior quantidade (kg) em relação ao vidro fundido extraído.

Para saber a quantidade em kg que utilizaremos de cada matéria prima, vamos primeiro diminuir da quantidade de vidro fundido (10.000kg) a utilização de caco de

vidro, que no exemplo da tabela 1 é de 50% de caco de vidro. Logo, restam 5.000 toneladas que vamos distribuir entre as outras matérias primas seguindo seu percentual na receita. Porém, cabe destacar que as outras matérias primas sofrem uma perda pelo processo de fusão. No nosso exemplo consideramos 20%. Em relação à areia de sílica, por exemplo, precisamos aplicar o percentual da receita (56%) sobre as 5.000 toneladas e dividir por 80%, que é a quantidade total de matéria prima (100%) – 20% da perda de fusão. Dessa forma, obteremos 3.500 toneladas. Esse foi, de fato, o valor de areia que utilizamos no forno para a formação de 16.000 toneladas de garrafas de vidro.

No nosso exemplo da **Tabela 2**, a quantidade das outras matérias primas é maior, pois não temos a presença do caco de vidro e para produzir as mesmas 16.000 toneladas de garrafas, consumiremos mais matérias primas.

Feita essa explicação, verifica-se na coluna R\$/MI (Valor em Reais/Milheiro) que o milheiro de garrafa produzido com utilização de caco de vidro (R\$ 276,29/Milheiro) fica mais barato do que não utilizando caco de vidro (R\$ 290,09/Milheiro). Logo, é muito mais benéfico para a vidraria a utilização de caco de vidro na mistura.

Cabe destacar que consideramos o preço do caco limpo a R\$ 0,42/kg. Esse preço refere-se ao preço médio do caco limpo que a empresa compra de empresas especializadas no setor, como a MassFix citada anteriormente, bem como do caco sujo que é comprado de cooperativas e passam por um processo de beneficiamento internamente para deixar o caco em condições de uso no forno.

## 6 CONCLUSÕES

Tendo em vista o problema de pesquisa, seus objetivos e fundamentação teórica, o presente trabalho buscou mostrar, por meio de uma análise comparativa, que o uso de caco de vidro como matéria prima, em uma vidraria, traz ganhos no custo final do produto, visto que diminui a utilização de matérias primas virgens no processo que, geralmente, possuem preços mais elevados do que o caco.

Hoje, muitas fábricas, como a Verallia Brasil S.A, utilizam mais de 50% de caco no seu cálculo de composição para fabricação do vidro fundido. Porém, não se sabe se, futuramente, a oferta por parte das recicladoras conseguirá suprir a demanda das vidrarias, caso decidam aumentar ou manter percentuais elevados de caco para fabricação do vidro.

Para que as recicladoras consigam ofertar mais caco de vidro, que é um material reciclado e reaproveitado, vimos que é necessário aumentarmos nosso nível de reciclagem a partir de um processo de logística reversa. Para alcançar esse objetivo, destacamos não só a vontade do governo, por meio da PNRS, mas também de diversas empresas e consumidores buscando direta e indiretamente tomar medidas que viabilizem essa volta do material descartado pós-consumo até as recicladoras.

As medidas como mostramos são incipientes e ainda estão longes de serem as ideais para atingirmos níveis de reciclagem como os da Europa. Para o Brasil avançar nesse aspecto, é necessário principalmente que a população entenda, como consumidor e destinatário final, sua relevância nessa cadeia de reciclagem e que adote posturas que vão ao encontro de um Brasil com percentuais altos de reciclagem e baixo impacto ambiental causado por descartes inadequados em lixões e aterros inadequados.

## REFERÊNCIAS

ABRE – Associação Brasileira de Embalagens - A história das embalagens: Como e porque surgiram. ABRE, 2020. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/inovacao/embalagem/a-historia-das-embalagens-como-e-porque-surgiram/>>. Acesso em: 29/09/2020.

ABIVIDRO - **Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro**. Guia da Reciclagem, 2019. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 30/07/2020.

\_\_\_\_\_- **Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro**. Como o vidro é a melhor embalagem para a cerveja, 2020. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 16/09/2020. <https://abividro.org.br/2020/07/14/por-que-o-vidro-e-a-melhor-embalagem-para-a-cerveja/>.

\_\_\_\_\_- **Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro**. Vidro O resíduo infinitamente reciclável, 2017. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 08/10/2020. <https://abividro.org.br/2019/02/07/vidro-o-residuo-infinitamente-reciclavel/>.

\_\_\_\_\_- **Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro**. Precisamos ser sustentável, 2018. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 03/04/2020. <https://abividro.org.br/2018/06/06/chique-mesmo-e-ser-sustentavel/>.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 29/09/2020.

ANCAT – Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis. **Anuário da Reciclagem 2017-2018**. São Paulo: ANCAT, 2019. Disponível em: <<https://ancat.org.br/>>. Acesso em: 29/09/2020.

AKERMAN, M. Introdução ao vidro e sua produção. São Paulo (SP): ABIVIDRO-Escola do Vidro, p. 1-53, 2013.

BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 29/09/2020.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Review 2019**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/upload/CEMPRE-Review2019.pdf>>. Acesso em: 29/09/2020.

\_\_\_\_\_- **COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM**. Review 2013 Disponível em:

>file:///C:/Users/user/Downloads/o\_195a6bo8q14sdk6l1n6o1su1q0la%20(3).pdf>. Acesso em: 30/07/2020.

CESAR, A.P; DE PAULA, D. A.; KROM, V. **Importância da reciclagem de vidro**. VIII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação—Universidade do Vale do Paraíba, 2004.

COUTINHO, A. R.; LUCIAN, R. A Importância dos Atributos Visuais da Embalagem Para a Tomada De Atitude Do Consumidor. Revista Gestão. Org, v. 13, Edição Especial, 2015. p. 418-431.

FEVE - **Federação Europeia de Fabricantes de Recipientes de Vidro**. Disponível em: <<https://feve.org/>>. Acesso em: 30/07/2020.

GARRÁN, V. G. **A influência dos aspectos visuais da embalagem na formação das atitudes do consumidor: um estudo no setor de alimentos**. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

GIBIM, M. H. **Escola do Vidro – Módulo A – 2006 – História do Vidro**.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

GLOBOPLAY. **Embalagens de vida longa ganham espaço nos EUA para a redução do uso de plástico**. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/7764485/>>. Acesso em: 23/09/2020.

LINHA de garrafas ECOVA, da Verallia, alia redução de impactos ambientais e qualidade. **Verallia**, 2020. Disponível em: < <https://br.verallia.com/noticias/linha-de-garrafas-ecova-da-verallia-alia-reducao-de-impactos-ambientais-e-qualidade>>. Acesso em: 23/09/2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 29/09/2020.

MOLÉCOOLA transforma recicláveis em benefícios ao consumidor. **ABIVIDRO**, 2018. Disponível em: <<https://abividro.org.br/2018/10/15/molecoola-transforma-reciclaveis-em-beneficios-ao-consumidor/>>. Acesso em: 23/09/2020.

ROSA, S. E. S.; COSENZA, J. P., BARROSO, D.V. **Considerações sobre a indústria do vidro no Brasil**, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 26, p. 101-138, set. 2007.

SOUSA, M. Loop: O novo conceito de compras “Lixo Zero”. **CICLOVIVO**, 2019. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/loop/>>. Acesso em: 23/09/2020.